الجهاز العصبي

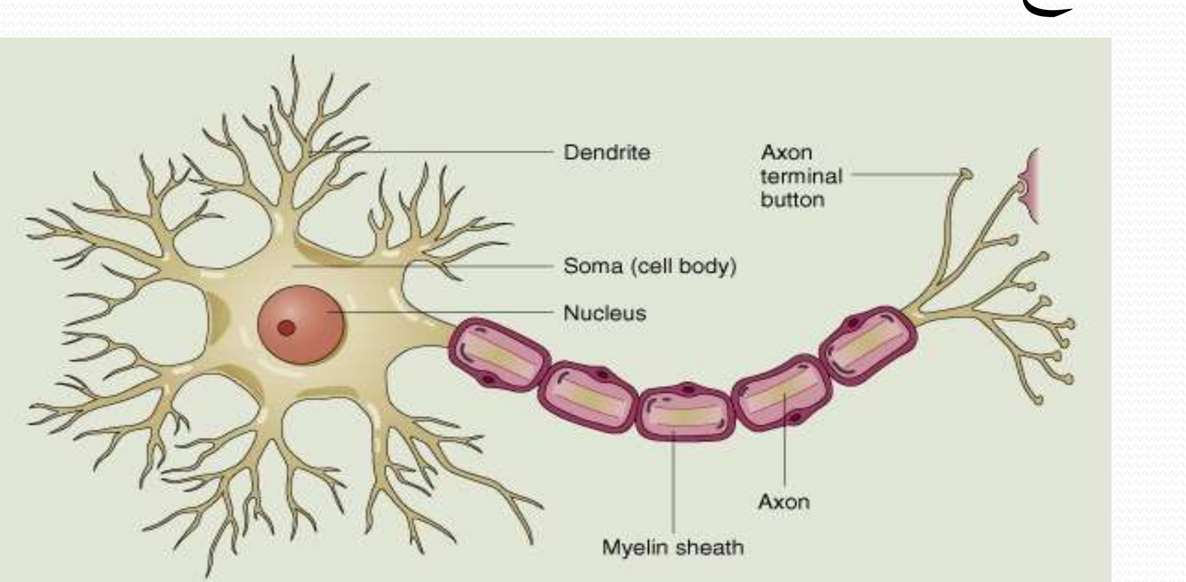
The Nervous System

الجهاز العصبي هو الجهاز المختص بالتحكم والسيطرة على مراكز الحس المختلفة بالجسم.

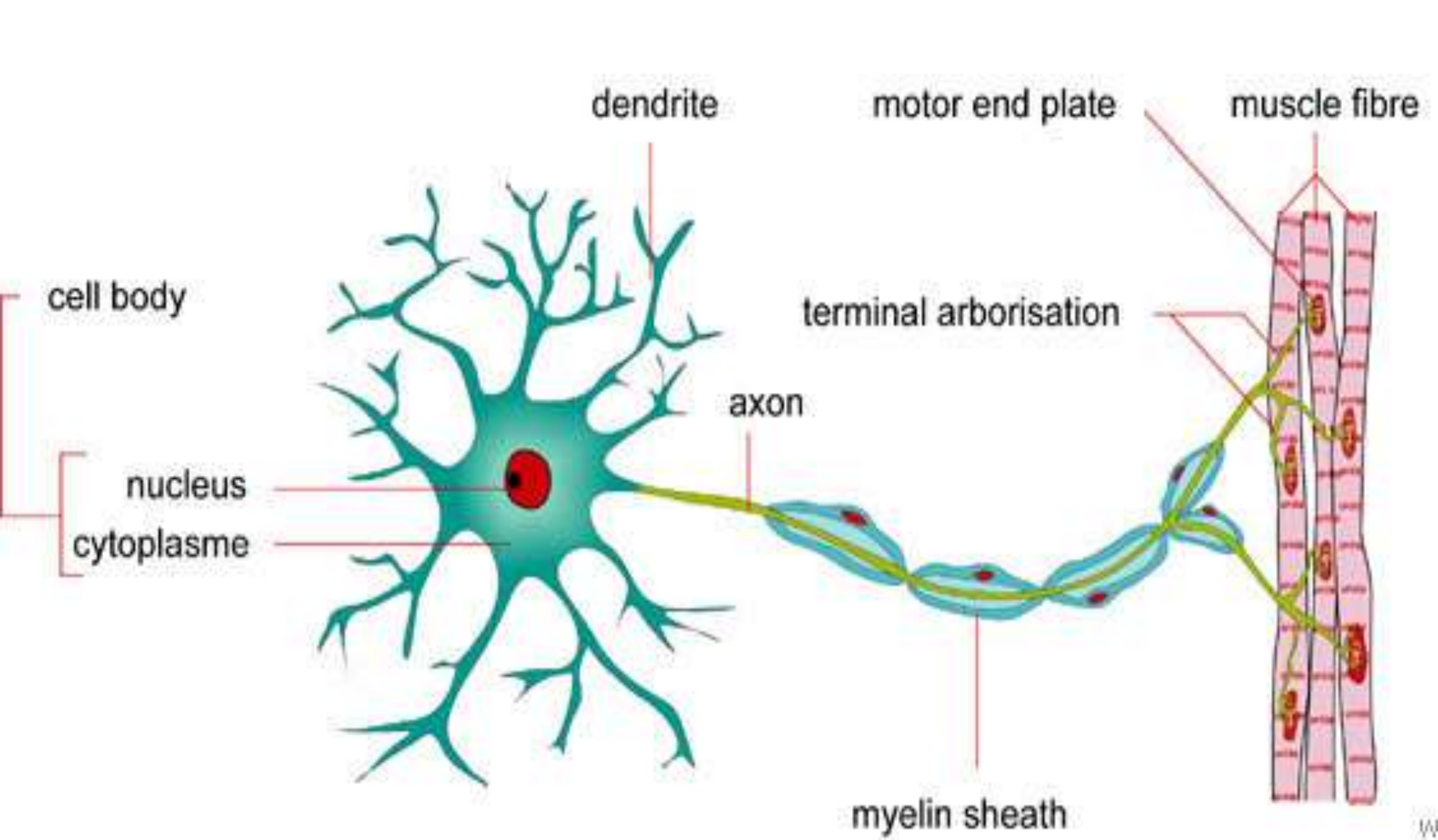
يعمل الجهاز العصبي في الحشرات – كما في الحيوانات الأخرى – كوسيلة اتصال محكمة بين أعضاء الحس التي تتأثر بالمنبهات الخارجية المستمدة من البيئة وبين الأعضاء الداخلية مؤدية إلى استجابة الحشرة لهذه المنبهات بطريقة متوازنة.

**:Nerve Cell (Neuron) الخلية العصبية

هي الوحدة الأساسية للجهاز أو للنسيج العصبي .. وتتكون من جسم الخلية Cyton الذي يحتوي على النواة Nucleus .. ويخرج منه خيط طويل يعرف بالمحور axon .. وعادة يخرج من المحور بالقرب من منشأه فرع جانبي .. وينتهي كل من المحور والفرع الجانبي بمجموعة من الليبفات الدقيقة المتفرعة .. وتخرج كذلك من جسم الخلية لييفات مشابهة يطلق عليها التفرعات الشجرية Dendrites .. وتتصل الخلايا العصبية ببعضها عن طريق الليبفات الدقيقة التي توجد في نهايات محاورها أو تلك التي في نهايات الفروع الجانبية.



NEURON

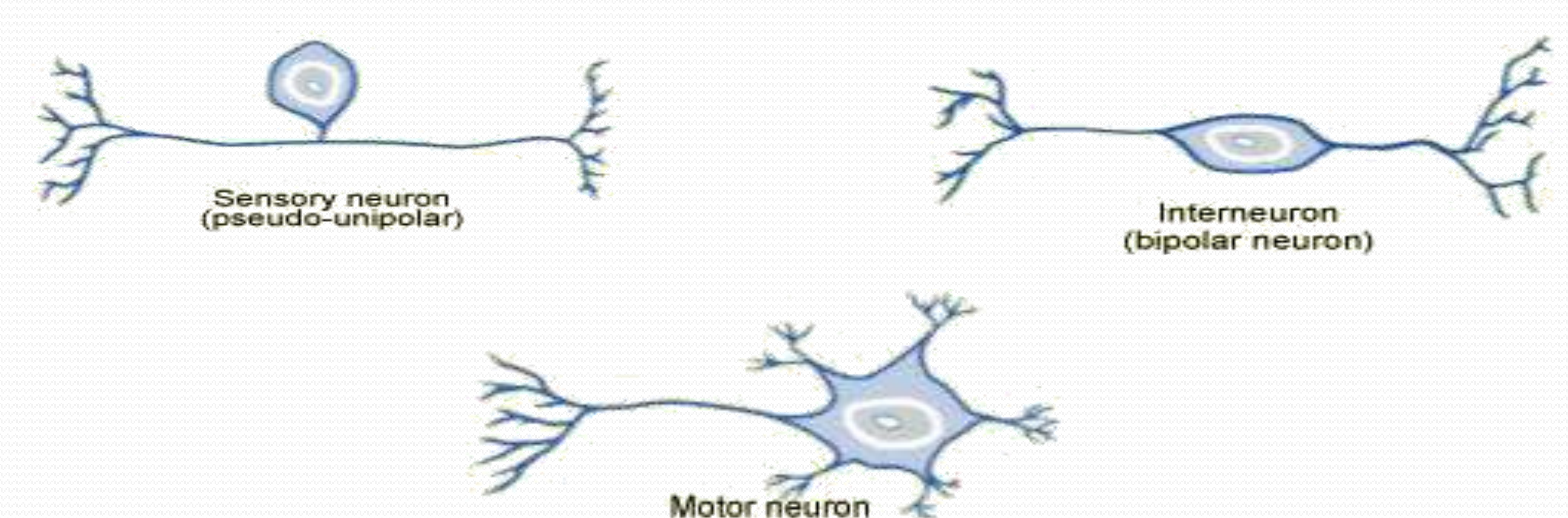

dendrite
motor end plate
muscle fibre
cell body
terminal arborisation
axon
nucleus
cytoplasme
myelin sheath

وقد تكون الخلية العصبية وحيدة المحور Unipolar أو ثناية المحور Bipolar أو عديدة المحاور Multipolar. وعندما تتجمع مجموعة من محاور تلك الخلايا فإنه يتكون بذلك ليف عصبي Nerve Fiber. وعندما تتقارب مجموعة من أجسام الخلايا العصبية مع بعضها فإنها تكون عقدة عصبية Nerve Ganglion.

ويعبر السيال العصبي الوارد أو الصادر أثناء مروره من خلية عصبية لأخرى مايعرف بالمشبك العصبي Synapse. والمشبك العصبي هو النقطة التي تتجاور فيها الزوائد المتفرعة لإحدى الخلايا مع زوائد خلية أخرى حيث أن الخلايا العصبية لا تتصل اتصالاً مباشراً.

وتنقسم الخلايا العصبية من حيث الوظيفة إلى (أنواع):**

1. **الخلايا العصبية الحسية Sensory neurons** وغالباً تكون ثنائية القطب ومنها أيضاً عديدة الأقطاب. وتقع أسفل جدار الجسم وتمتد محاورها إلى الجهاز العصبي المركزي.
2. **الخلايا العصبية الوسيطة أو البينية Association neurones** وقد تكون وحيدة القطب أو عديدة الأقطاب.
3. **الخلايا العصبية الحركية Motor neurons** وغالباً تكون أحادية القطب .



Glial cells الخلايا الغروية

- وهي خلايا تغلف أجزاء الخلية العصبية ماعدا التفرعات الدقيقة ، وكذلك نقاط التشابك العصبي بين الخلايا العصبية.
- ويزيد عدد هذه الخلايا في الـجهاز العصبي المركزي (CNS) عن الخلايا العصبية.
- وبعضها يغطي جسم الخلية والبعض الآخر يوجد على سطح النخاع العصبي neuropile ويرسل امتدادات للداخل لتغذية المحاور والشجيرات.
- قد تغطي خلية غروية واحدة عدد من المحاور الصغيرة، أما المحاور الكبيرة فتغطيها خلية واحدة كبيرة، أو ربما تلتف حول المحور عدة مرات.
- وعددها يفوق الخلايا العصبية بـ 8 - 100 ضعف، وتختلف في أشكالها كثيراً.



Glial cells (red and blue) support and protect the neurons (yellow) in the nervous system

وظائف الخلايا الغروية Functions of glial cells

1. وظيفة دعامية حيث أنها تحتوي الخلية العصبية وتضمها.
2. تقوم بعزل أو فصل المناطق التي حولها كهربائياً، وبذلك تحفظ الناقلات العصبية من تجاوز المناطق المخصصة.
3. تعمل على تنظيف البيئة العصبية المجاورة لها بامتصاص الأيونات وكذلك الناقلات العصبية الفائضة.
4. تفرز عوامل عصبية وهي بروتينات ضرورية لبقاء الخلية العصبية ولصحتها، ولتقلل أو تمنع تلف الخلايا العصبية.
5. وظيفة اتصالية: وخاصة الخلايا الغروية نجمية الشكل Astrocytes حيث تحتوي على مستقبلات Receptors للناقلات العصبية L-Glutumate (إل- جلوتاميت) و γ–aminobutyric acid (جاما- أمينوبيوتيريك أسيد)
6. ويقترح بعض الباحثين أنها أيضاً ترسل معلومات وليست فقط تستقبل.

ويتقسم الجهاز العصبي من الناحية التشريحية إلى:

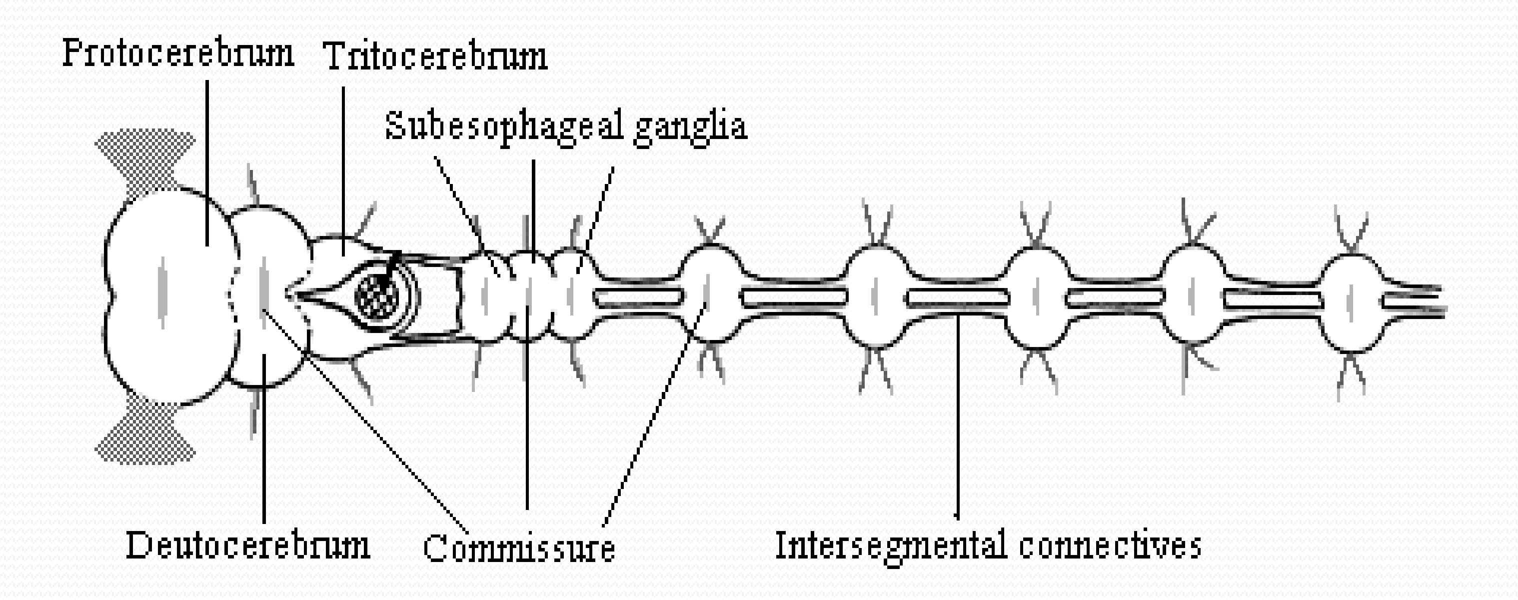
1. الجهاز العصبي المركزي Central nervous System (المخ - العقدة تحت مخية – العقد العصبية الصدرية والبطنية التي تشكل الحبل العصبي البطني).
2. الجهاز العصبي الحشوي (السمبثاوي) Visceral Nervous System.
3. الجهاز العصبي السطحي أو الطرفي Peripheral Nervous System.

أولاً: الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System

يكون هذا الجهاز القسم الرئيسي من الجهاز العصبي ويقع أسفل القناة الهضمية .. ويتكون من العقد العصبية Ganglia التي تتصل ببعضها بواسطة أحبال طولية تعرف بالروابط Connectives وأحبال مستعرضة تعرف بالموصلات Commissures .. وفي كثير من الحالات تلتحم العقد العصبية لعقل الجسم المتجاورة وتتجمع مكونة مراكز عصبية ganglionic centers .. حيث يوجد في الرأس زوج من هذه المراكز بصفة دائمة هي المخ والعقد تحت المريئية .. وتتفاوت درجة هذا التجمع في العقد الصدرية والبطنية باختلاف الحشرات.

ويتقسم الجهاز العصبي المركزي على أساس درجة تجمع العقد العصبية إلى ثلاثة أجزاء هي:

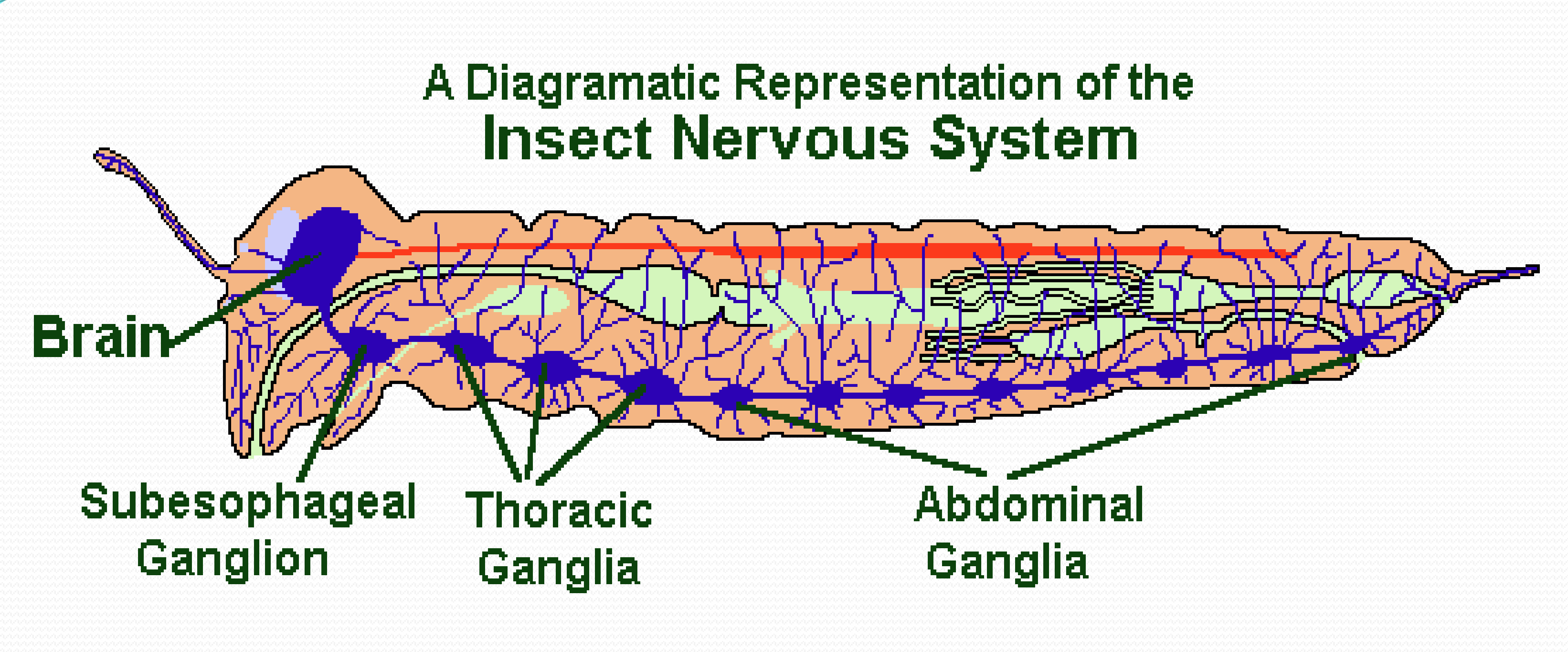
1. المخ
2. الحبل العصبي البطني (العقد العصبية تحت المريئية والصدرية والبطنية).



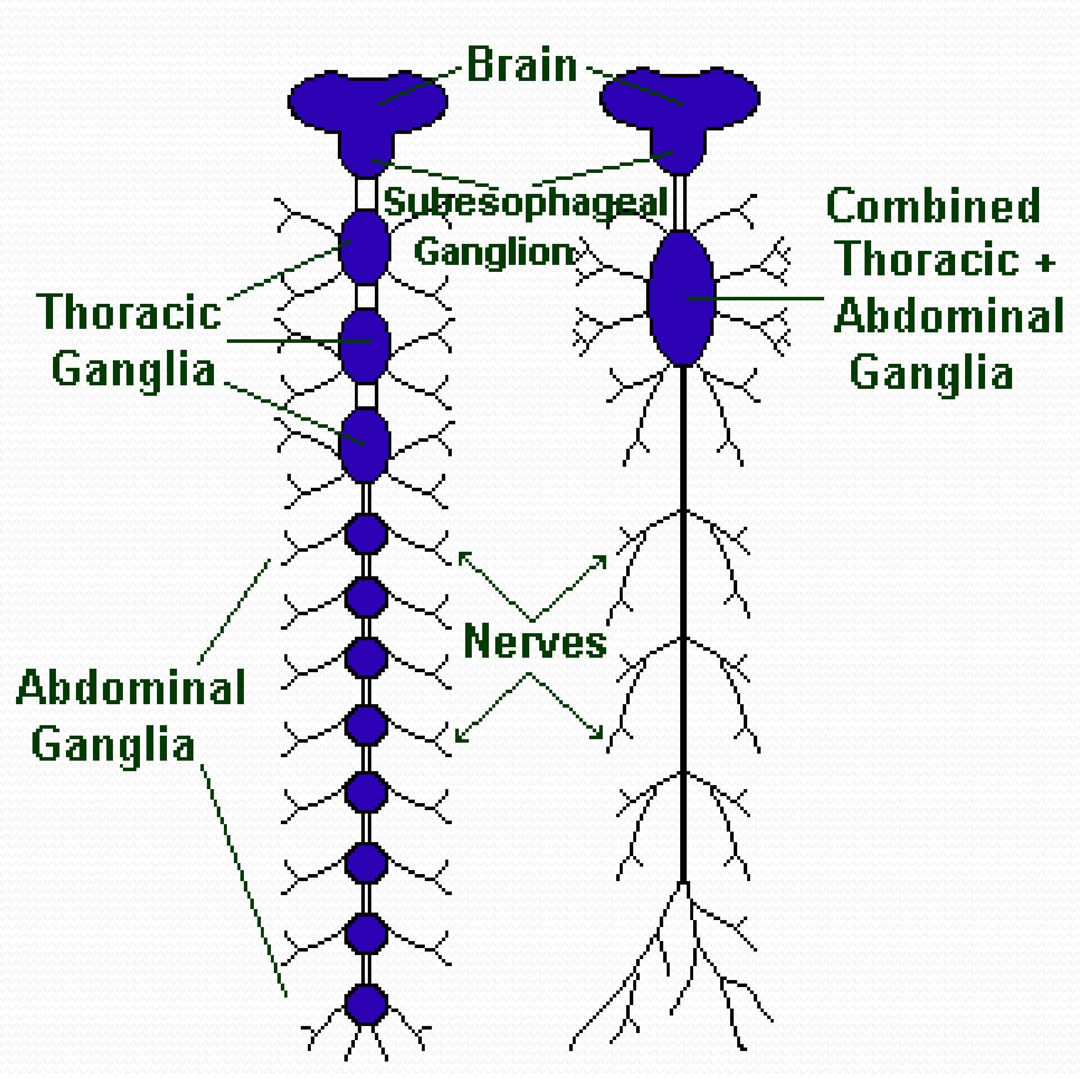
1.المخ Brain:

وهو مركز الإحساس الرئيسي ويقع فوق مقدم المرئ .. ويعتبر المركز العقدي الظهري للرأس .. ويتركب من اندماج الثلاثة أزواج الأولى من القطع العصبية للجنين .. وينقسم إلى ثلاث مناطق:

1. **الجزء الأمامي Proto-cerebrum:** ويقع تحت العينين المركبيتين .. ويتركب من جزئين .. الخارجي ويسمى العقدة العينية optic ganglion .. والداخلي ويسمى الفص البصري optic lobe .. ويخرج من الجزء الأمامي أعصاب العيون.
2. **الجزء الثاني Deuto-cerebrum:** ويقع خلف الجزء الأمامي ويصغره حجماً .. تخرج منه أعصاب قرون الاستشعار.
3. **الجزء الثالث Trito-cerebrum:** ويخرج منه زوج من الأعصاب تصل المخ بالعقدة تحت المريئية يعرف كل منها بالموصل حول المرئ Circum esophageal Commissure .. ويخرج منه كذلك أعصاب أخرى تصله بالجهاز الحشوي وكذلك الشفة العليا.


A Diagramatic Representation of the
Insect Nervous System
Brain
Subesophageal Ganglion
Thoracic Ganglia
Abdominal Ganglia

Diagramatic Representation Of The Insect Nervous System



وظائف المخ:

1. المخ هو المسئول عن التوجيه Orientation والتوافق في جميع أنواع صور السلوك في الحشرات .. ويؤدي هذه الوظيفة إما بتنبية أو تعطيل بعض الانعكاسات العصبية. مثال: إذا أزيل مخ فراشة دودة الحرير ثم لمست نهاية البطن فإنها تقوم بوضع البيض بصفة متمدة حتى قبل حدوث تلقيح الفراشات ولكن في حالة وجود المخ لا يوضع البيض بمجرد لمس نهاية البطن ولا يوضع أيضاً قبل حدوث عملية التلقيح.

2. يسيطر المخ على الانقباض الجزئي للعضلات وهذا يعمل على حفظ التماثل الجانبي للجسم ويحافظ كل من نصفي المخ على حالة التماثل هذه في الجانب الذي يقابله من الجسم. مثال: إذا أُتلف أحد نصفي المخ يؤدي ذلك إلى ارتخاء عضلات الجانب المقابل له في الحشرة ويؤدي ذلك إلى سير الحشرة في شكل دائرة (حركة السيرك).

2-العقد تحت المريئية Suboesophageal ganglion:

وهي عبارة عن المركز العقدي البطني للرأس وتتكون من اندماج العقد العصبية لعقل الفكوك والشفة السفلى وتخرج منه أعصاب مزدوجة تغذي الزوائد المقابلة لها.

وتقوم هذه العقدة بالوظائف التالية:

1. يوجد بهذه العقدة مراكز الحركة المسئولة عن حركة الزوائد السابق ذكرها.
2. لهذه العقد تأثير منبه على جهاز التوافق الحركي الموجود في العقد الصدرية .. فإذا أزيل المخ والعقدة العصبية تحت المريئية وذلك بقطع الرأس في حشرة فرس النبي تبطئ حركة الحشرة وتصبح في حالة شبه (موت أو كسل) ولكن إذا أزيل المخ فقط فإن الحشرة لا تهدأ عن الحركة إطلاقاً وتسير لمسافات طويلة.
3. على العكس من الوظائف السابقة لهذه العقدة تأثير مثبط على بعض الانعكاسات العصبية في بعض الحشرات.

مثال: فإن وجود هذه العقدة في حشرة فرس النبي في ذكورها فإن عدد مرات تزاوجها مع الإناث محدودة ولكن إزالتها تؤدي إلى تكرار عملية التزاوج.

الحبل العصبي البطني Ventral nerve cord:

ويشتمل على سلسلة من العقد العصبية تقع في قاع الصدر والبطن .. تتصل ببعضها مكونة سلسلة طولية عن طريق زوج من الروابط ينشأ من الحافة الخلفية للعقدة تحت المريئية. وتقع بكل عقلة من عقل الصدر إحدى العقد الثلاث الأولى وتعرف بالعقد العصبية الصدرية Thoracic ganglia بينما يقع الباقي في البطن وتعرف بالعقد البطنية abdominal ganglia .. وتنظم العقد الصدرية أعضاء الحركة .. حيث يخرج من كل عقدة زوجان من الأعصاب الرئيسية يغذي أحدهما عضلات العقلة عامة بينما يغذي الآخر عضلات الأرجل .. وفي كل من العقلتين الصدريتين الوسطى والخلفية يوجد زوج إضافي من الأعصاب مسئول عن تنظيم حركة الأجنحة .. وقد تلتحم عقد الصدر الثلاثة مع العقل البطنية مكونة مركز عقدياً صدرياً كما في بعض الحشرات ثنائية الأجنحة .. أما العقد البطنية فتختلف في عددها باختلاف الحشرات وهي لا تزيد عن 8 عقد كما في الحشرات ذات الذنب الشعري، ولكن في معظم الحشرات يقل العدد عن ذلك كما في الصرصور الأمريكي .. وغالباً ماتندمج عقدة العقلة البطنية الأولى مع عقدة الصدر الخلفي .. كما أن العقدة الطرفية دائماً ماتكون مركبة وتعتبر مركزاً عقدياً يتكون من اندماج ثلاث عقد على الأقل .. ويخرج من كل عقدة بطنية زوج من الأعصاب الرئيسية تغذي عضلات العقلة التي توجد بها.

ثانياً: الجهاز العصبي الحشوي Visceral nervous system

ويشمل هذا الجهاز الأعصاب التي تمد الأحشاء الداخلية ذات الحركة اللاإرادية .. ويطلق عليه أيضاً الجهاز العصبي السمبثاوي Sympathetic N.S. وينقسم هذا الجهاز إلى:

1. **الجهاز السمبثاوي المريئي أو الفمي المعدي.**
2. **الجهاز السمبثاوي البطني.**
3. **الجهاز السمبثاوي الخلفي.**

الجهاز العصبي السمبثاوي المريئي (الفمي المعدي) .esophageal sympathetic N.S:

يتصل هذا الجهاز مباشرة بالمخ ويمد المعي الأمامي والوسطي والقلب وبعض الأعضاء الأخرى بالأعصاب .. ولذلك يطلق عليه أيضاً الجهاز السمبثاوي الفمي المعدي. وهذا الجهاز ظهري في موضعه إذ يقع فوق المعي الأمامي وعلى جانبيه، ويظهر التركيب النموذجي لهذا الجهاز حيث يتركب من العقدة الجبهية Frontal ganglion وهي عقدة مثلثة صغيرة فوق المرئ أمام المخ ويخرج منها إلى الأمام عصب جبهي Frontal nerve ويخرج من كل جانب عصب يعرف بالجذر الجانبي Lateral root يصل العقدة الجبهية بالمخ الثالث كما يخرج من هذه العقدة أيضاً إلى الخلف عصب راجع recurrent nerve يمتد على طول الخط الوسطي للمرئ ماراً تحت المخ وتحت الأورطة مباشرة حيث يتفلطح خلف المخ بقليل مكوناً العقدة تحت المخية hypocerebral ganglion ثم يترك هذا العصب العقدة تحت المخية خارجاً من الرأس ممتداً إلى الخلف في صورة عصب وسطي أو زوج من الأعصاب الجانبية حتى الجزء الخلفي من المعي الأمامي حيث ينتهي هو أو كل من فرعيه بالعقدة المعدية Stomatic ganglion وتمد هذه العقدة الجزء المجاور من المعي الأمامي والوسطي بالأعصاب. يوجد خلف المخ مباشرة وفوق المرئ زوج من العقد المريئية .oesophageal gang (يعرفان أيضاً بالأجسام القلبية (Corpora cardiac وتتصل كل منهما بالعقدة تحت المخية ، كما أنهما تتصلان أيضاً بالمخ الأول. ويتصل كذلك بالأجسام القلبية زوج من الأجسام غير العصبية يعرفان بالأجسام الكروية corpora allata.

الجهاز العصبي السمبثاوي البطني Ventral sympathetic N.S.:

يتركب هذا الجهاز عند تمام تكوينه من زوج من الأعصاب المستعرضة Transverse sympathetic nerves يتصلا بكل عقدة من عقد الحبل العصبي ، ويتصل كل زوج من هذه الأعصاب بالعقدة السابقة له بواسطة عصب وسطي طولي Median longitudinal n.

الجهاز العصبي السمبثاوي الخلفي Posterior sympathetic N.S.:

وهو عبارة عن مجموعة من الأعصاب التي تخرج من العقدة المركبة الخلفية للحبل العصبي البطني والتي تمتد لتغذي كل من الجهاز التناسلي والجزء الخلفي من القناة الهضمية.

ثالثاً: الجهاز العصبي السطحي Peripheral Nervous System:

وهو عبارة عن مجموعة الأعصاب الدقيقة المتشعبة من الجهازين العصبيين المركزي والسمبثاوي تحت طبقة البشرة الداخلية من جدار جسم الحشرة مباشرة أو على أسطح العضلات وجدار القناة الهضمية وجميعها تستمد بدايتها من العقد العصبية للحبل العصبي البطني وتمد أطراف الكثير منها شعيرات جدار الجسم فتكسبها حاسيتها.

Endocrine glands الغدد الصماء

1. **الخلايا العصبية المفرزة في المخ neuro secretory cells:** وهي خلايا كبيرة توجد في المنطقة الوسطية على السطح الظهري للمخ .. تفرز هذه الخلايا هرموناً يؤدي بطريقة غير مباشرة إلى الانسلاخ أو التطور.
2. **الأجسام القلبية corpora cardiaca:** تقع قريبة جداً من الأورطى خلف المخ .. تتصل كل منها بالمخ الأمامي عن طريق زوج من الأعصاب وبالعقد العصبية تحت المخية بحبل عصبي واحد.
3. **الأجسام الكروية Corpora allata:** تقع على جانبي الأجسام القلبية إلى أسفل وإلى الخلف قليلاً وتزود بألياف عصبية من المخ الأمامي وتخترق هذه الألياف العصبية الأجسام القلبية قبل أن تصل إليها. تفرز هذه الأجسام هرمون الشباب الذي يعمل على إيقاف أو زيادة ظهور صفات البلوغ.
4. **حلقة فايزمان (الغدة الحلقية) ring gland:** وهي تركيب يشبه الحلقة يحيط بالأورطى ويوجد في يرقات ذات الجناحين وخاصة في رتيبة سيكلورهافا، ويضم هذا التركيب الأجسام القلبية والأجسام الكروية والغدد حول القلبية.
5. **غدد الصدر الأمامي Prothoracic glands:** عبارة عن زوج من التركيبات العنقودية الشكل توجد في الصدر الأمامي بالقرب من الثغر التنفسي الخاص بالصدر الأول وتوجد في حشرات معينة مثل الحشرات حرشفية الأجنحة في أطوارها غير البالغة وتفرز هذه الغدد هرمون الانسلاخ في تلك الحشرات.